

Tartu Ülikool

Psühholoogia Instituut

Oliver Sibolt

Sündmuspotsiaaalid skemaatiliste näoväljenduste korral

Seminaritöö

Juhendajad: Kairi Kreegipuu

Nele Kuldkepp

Läbiv pealkiri: Emotsioonid ja sündmuspotsiaaalid

Tartu 2012

SISUKORD

KOKKUVÕTE	3
ABSTRACT	4
SISSEJUHATUS	5
Näospetsiifiline komponent N170.....	5
Mittekokkulangemise negatiivsus (MMN) visuaalses modaalsuses.....	8
Ekspriimendi eesmärgid.....	10
MEETOD.....	11
Katseisikud.....	12
Stiimulid ja protseduur	13
TULEMUSED	13
Reaktsiooniaegade võrdlused.....	15
Katseisikute subjektiivsed hinnangud skemaatilistele näokujutistele.....	15
Sündmuspotentsiaalid (ERP).....	15
Sündmuspotentsiaalide erinevused <i>oddball</i> paradigmas.....	16
Sündmuspotentsiaalide erinevused <i>optimum</i> paradigmas.....	17
ARUTELU.....	17
Emotsionaalsed skemaatilised näokujutised.....	18
Võimalikud vMMN ajalised piirkonnad.....	12
KASUTATUD KIRJANDUS.....	20

KOKKUVÕTE

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli uurida aju automaatset vastust erinevustele stimulatsioonis nägemismodaalsuses skemaatiliste emotsionaalsete näostiimulite korral, olles suurema grandiprojekti esimeseks uuringuks. Rakendati *oddball* ja *optimum* paradigmasid ja stiimulitena kasutati vihast, rõõmsat ja neutraalset skemaatilist näokujutist. Lisaks vaadeldi, kas rõõmsa ja vihase deviantstiimuli sündmuspotsentsiaalide erinevused neutraalsest standardstiimulist võiksid esile kutsuda visuaalset mittekokkulangemise negatiivsuse (vMMN) sarnast komponenti ning millises ajavahemikes selline vMMN-i taoline komponent võiks ilmned.

Vihase deviantstiimuli sündmuspotsentsiaalid hakkasid neutraalsest standardstiimulist kuklapiirkonnas erinema varem (110 ms *oddball* paradigmas; 140 ms *optimum* paradigmas), kui rõõmsa deviantstiimuli sündmuspotsentsiaalid neutraalsest standardstiimulist (nii *optimum* kui *oddball* paradigmas alates 160 ms).

Visuaalse mittekokkulangevuse negatiivsuse sarnane komponent ilmnes 140-180 ms ja 260-340 ms pärast stiimuli esitamist. Tulemuste paremaks tõlgendamiseks on vajalik edasine ning täpsem andmeanalüüs.

ABSTRACT

The object of the present study was to investigate brain response differences to emotional schematic facial stimuli in the visual modality. *Oddball* paradigm and *optimum* paradigm were applied. Angry, happy and neutral schematic faces were used in the experiment. Also observed whether the happy and angry deviants elicit event-related component known as mismatch negativity, and the time course of that component. Angry deviants differed from neutral standard stimuli in the occipital region as early as 110 ms in the oddball paradigm and 140 ms in the optimum paradigm, compared to happy deviants which differed from neutral standard stimuli in the occipital region at 160 ms in both paradigm. Two visual mismatch like component were observed. First in the latency of 140-180 ms and the second in the latency 260-340 ms. Additional data analyze is needed for better interpretation of the results.

-

SISSEJUHATUS

Üks tähtsamaid inimese omadusi on võime avastada muutusi keskkonnas. Nii positiivsete kui negatiivsete stiimulite hindamine automaatselt on aluseks võimele kiiresti reageerida (Ferguson & Zayas, 2009). Kuigi stiimulite emotsionaalne väärtus võib erineda indiviidide vahel, on osad stiimulid, mis on enamikele indiviididele emotsionaalselt olulised. Selliste stiimulite hulka arvatakse ka inimnägusid (Palermo & Rhodes, 2007).

Emotsionaalsed näoväljendused hõlbustavad sotsiaalset interaktsiooni, kuid see sõltub suhtleja võimest ära tunda näoväljenduste tähendusi ja vastavalt sellele oma käitumist modifitseerida (Willis et al., 2010). Inimnäo puhul on tegemist unikaalse objektiga, kuna inimnägu tajumine on seotud subjektile olulise info töötusega. Bentin et al. (1996) näitas oma uuringus, et sündmuspotsiaali komponent N170 on näospetsiifiline; seda kutsutakse esile inimnägu, aga mitte loomade näod, autod või mööbliesemed. Palermo & Rhodes (2007) spekulatsioonid, et inimnägu võib olla bioloogiliselt ja sotsiaalselt kõige olulisem stiimul, mis eksisteerib inimkeskkonnas.

Kuut baasemotsiooni (hirm, õnnelikkus, vastikus, viha, üllatus ja kurbus) on omavahel eristatud ja näidatud universaalsetena erinevate kultuuride vahel (Ekman & Friesen, 1971). Olgugi, et kõik näoväljendused, kaasa arvatud „neutraalsed” näod kannavad endas teatavat emotsionaalset olulisust, peetakse vihase näo automaatset infotöötlust kõige tõenäolisemaks (Palermo & Rhodes, 2007). Tõepoolest, Öhman, Lundqvist & Esteves (2001) näitasid vihaste skemaatiliste näokujutiste kiiremat ja täpsemat avastamist võrreldes rõõmsate näokujutistega. Enamik aju struktuure, mis osalevad baasemotsioonide äratundmisel, sisaldavad endas kahte protsessi- näo osade geomeetrilise asetuse identifitseerimist ja stiimuli emotsionaalse tähenduse äratundmist (Adolphs, 2002). Näoväljenduste infotöötlus on kiire, teadvustamata ja tahtest sõltumatu (Palermo & Rhodes, 2006).

Näospetsiifiline komponent N170

Inimese aju tekkivate sündmuspotsiaalide (ERP) salvestamine EEG-ga on laialdaselt kasutatud meetod, selgitamiseks visuaalsete objektide kategoriseerimist ajas. Sündmuspotsiaali peegeldavad aju elektrilist aktiivsust, mis eksperimendi situatsioonis on manipuleeritud kindlate stiimulite poolt. Varasemad uuringud on näidanud, et pildid inimeste nägudest tekitavad ajavahemikus 130 kuni 200 ms oluliselt suurema negatiivse ERP väljalöögi, kui teiste objektide

kategooriad (Rossion, Jacques, 2008). Näospetsiifiline ERP komponent N170, mis on esile kutsutud automaatselt vastusena inimnäole, ilmnes esimeses uuringus 172ms-l stiimuli esitamisest (Bentin et al., 1996). N170 on negatiivne potentsiaal ja on tugevamalt esindatud parempoolses hemisfääris. N170 on esile kutsutud nii õigetpidi kui pööratud nägude puhul, kuid mitte teiste objektide poolt (Itier & Taylor, 2004).

Mittekokkulangemise negatiivsus (MMN) visuaalses modaalsuses

Mittekokkulangemise negatiivsus leiti esmaselt auditoorses modaalsuses (Näätänen, Gaillard & Mäntysalo, 1978) ja viitab aju automaatsele elektrofüsioloogilisele vastusele igasuguse läve ületava muutuse peale auditoorses stimulatsioonis (Näätänen et al., 2007). Mittekokkulangemise negatiivsus, mis on EEG kõvera automaatselt tekkiv negatiivne väljalöök, tipneb tavaliselt 150-250 ms juures (Näätänen et al., 2007). MMN on laialt tuntud ka kui indeks, mille abil saab hinnata kortikaalse töötamise taset ning indiviidi funktsionaalset seisundit (Kujala, Tervaniemi & Schröger, 2007; Näätänen et al., 2007).

Auditoorse MMN-i analoog, visuaalne mittekokkulangemise negatiivsus (vMMN), on viimasel aastakümnel saanud ajuurijatel arvestatavat tähelepanu. Kui Pazo-Alvarez et al. (2003) loetles oma ülevaate artiklis ligikaudu 20 vMMN-i puudutavat uurimistööd, mis on avaldatud viimase 13 aasta jooksul, siis Czigler (2007) nimetab oma ülevaate artiklis ligikaudu 20 tööd, mis väidetavalt on kinnitanud vMMN-i olemasolu vahepealse nelja aasta jooksul. Czigler (2007) kohaselt on vMMN-i esile kutsunud deviantstiimuli värv, kontrast, liikumise suund, kuju, joone orientatsioon, asukoht, värv ja suund üheskoos ning ärajätmine.

MMN-i on tihti uuritud *oddball* paradigmaga. Sellises katses vaheldub sagedasti esitatav standardstiimul juhusliku harvaesineva deviantstiimuliga, mis erineb standardstiimulist ühe või rohkema aspekti poolest (Astikainen, Hietanen, 2009). Oddball paradigma võib olla nii aktiivne kui ka passiivne, kuid MMN on kõige paremini jälgitav tähelepanematus/tähelepanu suunatud tingimustes (Pazo-Alvarez et al., 2003).

Optimum paradigmat (Näätänen et al., 2004) iseloomustab rohkem kui kahe, üksteisest omaduste poolest erineva deviantstiimuli esinemine ühes katsereas koos standardstiimuliga.

Visuaalset mittekokkulangemise negatiivsust on esile kutsunud ka muutused näoväljendustes. Susac et al. (2004) leidsid, et õnnelik ja neutraalne näoväljendus kutsusid vMMN-i esile 280 ms stiimuli esitamisest. Zhao & Li (2006) olid esimesed, kes avastasid

vMMN-i mittetähelepanu tingimusel, kasutades stiimulitena emotsionaalseid näoväljendusi. Terved katsealused reageerisid toonidele nupuvajutusega. Kuna katseisikute tähelepanu oli suunatud auditoorsele ülesandele, eeldasid uurijad, et ekraanil esinevaid emotsionaalseid näoväljendusi ignoreeriti tähelepanu seisukohast. Tulemustest leiti, et näospetsiifiline komponent N170 oli peamiselt nähtav kukla- ja oimupiirkonna elektroodidel. Zao & Li kutsusid oma peamist uuringu tulemust väljenduslikuks mittekokkulangemise negatiivsuseks (*expressional mismatch negativity, EMMN*), mille sündmuspotsentsiaalid olid suuremad kurbadel nägudel võrreldes rõõmsate nägudega.

Kooskõlas eelnevaga, leidsid Chang et al. (2010), et kurb näoväljendus kutsus esile tugevama vMMN-i kui õnnelik näoväljendus. Astikainen & Hietanen (2009) raporteerisid kahest vMMN-st, latentsil 150-180 ms ja 280-320 ms pärast stiimuli esitamist. Nad rakendasid *oddball* paradigmat ja kasutasid stiimulitena hirmunud, rõõmsat ja neutraalset inimese näoväljendust. Nad pakkusid välja, et kuklapiirkonnas esinev negatiivsus 150-180 ms latentsil võib viidata visuaalsele mittekokkulangemise negatiivsusele. Astikainen & Hietanen (2009) raporteerisid kahe deviandi, õnneliku ja hirmunud näoväljenduse latentsi erinevusest neutraalsest standardist. Õnnelik näoväljendus erines standardist alates 140 ms ja hirmunud näoväljendus 160 ms stiimuli esitamisest kuklapiirkonna elektroodidel.

Eksperimenti eesmärgid

Üldiseks planeeritava uurimistöö eesmärgiks on uurida aju automaatset vastust erinevustele stimulatsioonis nägemismodaalsuses skemaatiliste emotsionaalsete näostiimulite korral. Käesolev seminaritöö on osa suuremast grandiprojektist, mille kaugemad eesmärgid on välja arendada visuaalse mittekokkulangemise negatiivsuse (vMMN) uuringute ja rakenduste jaoks optimaalne paradigma, olles sisuliselt pilootprojekt.

Käesolevas uuringus rakendatakse nii *oddball* kui ka *optimum* paradigmasid.

Tuginedes varasematele uuringutele ja kirjandusele, esitab käesolev töö järgmised uurimisküsimused: kas ja kuidas erinevad omavahel vihase ja rõõmsa skemaatilise näokujutise infotöötlus; kas ja milline erinevus ilmneb kahe erineva rakendatava paradigma, *oddballi* ja *optimumi* vahel; millised sündmuspotsentiaalide komponendid võiksid viidata mittekokkulangemise negatiivsusele.

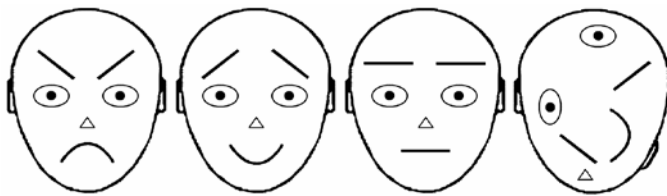
MEETOD

Katseisikud

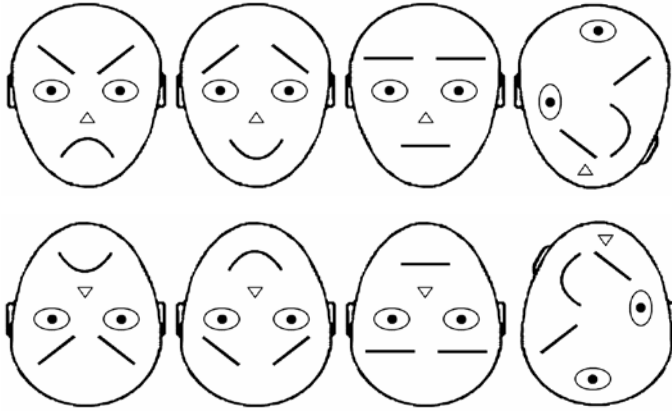
Kakskümmend kolm (14 naissoost, vanusevahemik 19-40, $M=23,15$, $SD=5,12$) paremakäelist ja normaalse nägemisega või normaalseks korrigeeritud nägemisega inimest osales katses. Seitsme inimese EEG andmed eemaldati analüüsist seoses andmete ebapiisavuse tõttu. Kokku osales analüüsis 16 inimest (7 naissoost, vanusevahemik 19-32, $M=22,56$, $SD=3,42$). Katses paluti osaleda inimestel, kes ajahetkel ei põe külmetushaigusi ja kellel varasemalt polnud esinenud peatraumasid või operatsioone, tõsiseid kroonilisi haigushooge (sh. ärevushäireid), atakke, halvatust, kõrg- või madalvererõhutõbe, migreeni, probleeme kuulmisega. Neil ei olnud esinenud epilepsiahooge ning nad ei tarbinud igapäevaselt medikamente (välja arvatud vitamiine või toidulisandeid). Kõik katses osalejad kirjutasid alla informeeritud nõusoleku lehele, kus nad kinnitasid oma vabatahtlikku katses osalemist. Eksperiment oli varasemalt heaks kiidetud Tartu Ülikooli Eetikakomitee poolt.

Stiimulid ja protseduur

Käesolevas katses olid stiimuliteks skemaatilised näokujutised. Vihane, õnnelik ning neutraalne nägu ja objekt1 oli adapteeritud Öhman et al. (2001). Joonisel 1. on kujutatud rakendatud stiimuleid *oddball* paradigmas ja joonisel 2. rakendatud stiimulid *optimum* paradigmas.



Joonis 1. *Oddball* tüüpi katses kujutatud stiimulid. Stiimulite tinglikud nimed vasakult paremale: vihane, rõõmus, neutraalne, objekt1.



Joonis 2. Optimum tüüpi katses kasutatud stiimulid. Ülemisel real on näokujutised õigetpidi, alumisel real sama stiimul pööratud kujul. Stiimulite tinglikud nimed vasakult paremale: vihane, rõõmus, neutraalne, objekt1.

Odball tüüpi katse koosnes neljast erinevast katsetingimusest. Katsetingimused koos lisaandmetega toodud ära tabelis 1. Igas katsetingimuses esitati sarnaselt 30 lühemat blokki. Igas blokkis esitati kokku 37 stiimulit. Stiimulid jagunesid katses sagedasteks standardstiimuliteks, harvaesinevateks deviantstiimuliteks ning tähelepanutõmbavateks eesmärkstiimuliteks.

Tabel 1

Katseseeriade kirjeldus oddball tingimuses

Stiimul	I seeria	II seeria	III seeria	IV seeria	N blokk	N seeria
Standardstiimul	Vihane	Rõõmus	Neutraalne	Neutraalne	29	870
Deviantstiimul	Neutraalne	Neutraalne	Vihane	Rõõmus	4	120
Eesmärkstiimul	Objekt1	Objekt1	Objekt1	Objekt1	4	120
Kokku					37	1110

Märkused. N blokk- esitatud stiimulite arv blokkis. N seeria- esitatud stiimulite koguarv ühes seerias.

Enne iga katsetingimuse algust viidi läbi katseisikut juhendav instruktsioon. Instruktsioon oli kogu eksperimendi vältel ühesugune. Esimesele katsetingimusele eelnes prooviseeria, mis koosnes kahest blokkist. Katseisiku ülesanne oli reageerida võimalikult kiiresti hiireklahvi vajutusega eesmärkstiimuli (objekt1) ilmnemisel ekraanil. Enne igat katseseeria algust esitati

katseisikule ekraanil standardstiimulit. Standardstiimuli esitamisaeg oli 1 sekund. Iga bloki esimesed viis stiimulit olid standardstiimulid. Kõik stiimulid esitati ekraani keskel. Stiimuli esitamisaeg oli 249 ms ja kahe stiimuli vahele jääv aeg 448 ms. Katseisiku vaatekaugus ekraanist oli 114 cm. Katsetingimuste esitamise järjekord oli randomiseeritud, kuid tervikpildis tasakaalustatud. Katse viidi läbi vähevalgustatud helikindlas katsekambris.

Optimum tüüpi katse koosnes kolmest erinevast katsetingimusest. Katsetingimused koos lisaandmetega on toodud ära tabelis 2. Igas katsetingimuses esitati sarnaselt 40 lühemat blokki. Igas blokis esitati kokku 37 stiimulit. Stiimulid jagunesid katses sagedasteks standardstiimuliteks, harvaesinevateks deviantstiimuliteks ning tähelepanu suunavateks eesmärkstiimuliteks.

Tabel 2. Katseseeriade kirjeldus *optimum* tingimuses

	I seeria	II seeria	III seeria	N blokis	N seerias
Stiimul					
Standardstiimul	Vihane	Rõõmus	Neutraalne	23	920
Deviantstiimulid	Neutraalne	Neutraalne	Vihane	2	60
	Neutraalne pööratud	Neutraalne pööratud	Vihane pööratud	2	60
	Rõõmus	Vihane	Rõõmus	2	60
	Rõõmus pööratud	Vihane pööratud	Rõõmus pööratud	2	60
	Vihane pööratud	Rõõmus pööratud	Neutraalne pööratud	2	60
Eesmärkstiimulid	Objekt1	Objekt1	Objekt1	2	60
	Objekt1 pööratud	Objekt1 pööratud	Objekt1 pööratud	2	60
Kokku				37	1480

Märkused. . N blokk- esitatud stiimulite arv blokis. N seeria- esitatud stiimulite koguarv ühes seerias.

Enne igat katsetingimuse algust viidi läbi katseisikut juhendav instruksioon. Instruksioon oli kogu eksperimendi vältel ühesugune. Esimesele katsetingimusele eelnes prooviseeria, mis koosnes kahest blokist. Katseisiku ülesanne oli reageerida eesmärkstiimulite (objekt1 ja objekt1 pööratud) ilmnemisel ekraanil parempoolse hiireklahvi vajutusega. Enne igat katsetingimuse algust esitati katseisikule ekraanil standardstiimulit. Standardstiimuli esitamisaeg oli 1 sekund. Iga bloki esimesed viis stiimulit olid standardstiimulid. Kõik stiimulid esitati ekraani keskel.

Stiimuli esitamisaeg oli 249 ms ja kahe stiimuli vahele jääv aeg 448 ms. Katseisiku vaatekaugus ekraanist oli 114 cm. Katsetingimuste esitamise järjekord oli randomiseeritud, kuid tervikpildis tasakaalustatud. Katse viidi läbi vähevalgustatud helikindlas katsekambris.

Katseisiku ülesanne eksperimentis oli reageerida parempoolse hiireklahvi vajutusega võimalikult kiiresti eesmärkstiimulile. Katseprogrammid esitati Matlabis programmeeritud juhtfailide abil. Matlab programmi abil salvestati katseisikute reaktsiooniajad eesmärkstiimulitele.

EEG mõõtmiseks kasutati *Biosemi ActiveTwo* süsteemi. Peaaju elektrilise aktiivsuse tuvastamiseks salvestati iga katseisiku EEG 32 aktiivelektroodiga vastavalt 10/20 süsteemile: Fp1, AF3, F7, F3, FC1, FC5, T7, C3, CP1, CP5, P7, P3, Pz, PO3, O1, Oz, O2, PO4, P4, P8, CP6, CP2, C4, T8, FC6, FC2, F4, F8, AF4, Fp2, Fz ja Cz. Referentselektroodid paigutati vasaku ja parema kõrvalesta tagumisele küljele. Neli lisa elektroodi paigutati silmapilgutuste mõõtmiseks. Kolm elektroodi paigutati vasaku silma suhtes ülesse, alla ning välisküljele. Neljas elektrood paigutati parema silma välisküljele. Salvestamissageduseks (*sampling rate*) määrati 1024 Hz. EEG mõõtmisel kasutati filtrit 0.16-100 Hz.

EEG andmete analüüsimine viidi läbi programmiga *Vision Analyzer*. Standard- ja deviantstiimulite võrdlemiseks viidi läbi standardstiimulite juhuvalik kõikidest blokkidest, et ühtlustada võrreldavate stiimulite koguarv. EEG andmetele rakendati protseduuri *artifact rejection*, mis eemaldas andmeanalüüsist liiga hüplikud tulemused ja *ocular correction*, mis vähendas silmapilgutuste mõju. *Grand averaged* ehk keskmistatud sündmuspotentsiaalid arvutati kõikidel elektroodidel eraldi. Erinevate elektroodide tulemused summeeriti, kasutades protseduuri *pooling*. Andmeteanalüüsi kaasati kolm piirkonda: kuklapiirkond (*poolitud* elektroodid O1, O2, Oz); parem kiirupiirkond (*poolitud* elektroodid P4, P8, PO4, Pz); vasak kiirupiirkond (*poolitud* elektroodid P3, P7, PO3, Pz).

Statistiliseks analüüsiks erinevate stiimulite vahel kasutati *Vision Analyzeri* sõltumatut t-testi. Kui t väärtus on suurem viiest, raporteeritakse kahe grupi vahel olulisest erinevusest.

Kaks positiivset ja kaks negatiivset ERP komponenti oli võimalik tuvastada keskmistatud sündmuspotsentiaalide joonistelt visuaalse vaatlemise teel kuklapiirkonnas (joonised 3-8).

Positiivsed ERP tipnemised kuklapiirkonnas esinesid ajavahemikes 110-130 ms ja 180-220 ms ning negatiivsed tipnemised ligikaudu 160 ms ja 280-340 ms. Antud tulemusest lähtudes määrati t-testi tulemuste võrdlemiseks 4 ajavahemikku: 100-140 ms, 140-180 ms, 180-260 ms ja 260-340 ms. Antud ajavahemikesse kaasati kirjeldaval eesmärgil vasak- ja parempoolne kiirupiirkond.

Kõikidel keskmistatud sündmuspotsentiaalide joonistel on stiimuli esituse algusaeg - 101ms, mitte 0, nagu tavalistel graafikutel.

Pärast eksperimendi lõppemist palusime katseisikutel täita subjektiivsete hinnangute küsimustik emotsionaalsete skemaatiliste stiimulite kohta. Kokku oli iga stiimuli kohta neli küsimust. Küsimused mõõtsid hinnanguid 9-pallisel intervallskaalal. Esimene küsimus mõõtis emotsiooni valentsi (1=õnnelik, rahulolev, rõõmus, lootusrikas; 9=õnnetu, kurb, ärritatud, rahuolematu); teine küsimus mõõtis erutatuse astet (1=unine, rahulik, lõõgastunud, mitteerutunud; 9=põnevil, erutatud, hullunud, innustatud); kolmas küsimus mõõtis kuivõrd stiimul tõmbas tähelepanu (1=üldse mitte, ma ei märganudki; 9=tõmbas tähelepanu, oli vastupandamatu); neljas küsimus palus hinnata, kas stiimulit tõlgendati verbaalselt või kujundiliselt (1=verbaalne, andsin nime; 9=kujundiline, pilt, üldine kuju).

TULEMUSED

Reaktsiooniaegade võrdlused

Reaktsiooniaegade võrdluses ei olnud olulisi erinevusi *optimum* tüüpi katses erinevate seeriatega vahel, Greenhouse-Geisseri korrektuur ($F(2.129, 14.903) = .599, p=.572$). Ka *oddball* tüüpi katses ei olnud katseseeriatega vahel statistiliselt olulisi erinevusi, Mauchly's *sphericity* on eeldatud ($F(3, 24)=1.081, p=.376$).

Katseisikute subjektiivsed hinnangud skemaatilistele näokujutistele

Küsimustikule vastanud katseisikute arv oli 16. Vastused stiimulite valentsi erinevustele olid olulised, Greenhouse-Geisseri korrektuur ($F(3.518, 52.774)=49.788, p<0.001$). Õigetpidi vihane, rõõmus ja neutraalne stiimul erinesid üksteisest olulisel määral (minimaalne erinevus $> 2,500, p<0,001$). Sama stiimul võrdluses õigetpidi ja pööratud kujul ei erinenud üksteisest oluliselt (suurim erinevus $< .376, p>.231$). Pööratud stiimulite valentsi võrreldes sama õigetpidi

stiimuliga hinnati kõrgemalt, välja arvatud õigetpidi vihase stiimuli puhul, mis sai suurima valentsi skoori. Kõige madalama valentsi skooriga hinnati õigetpidi rõõmsat nägu, mida võib tõlgendada kui kõige positiivsemat stiimulit (Kukk, 2010) ja vihast õigetpidi nägu kui kõige negatiivsemat.

Tabel 3

Valentsi keskmine erinevus neutraalsest stiimulist

Stiimul	Keskmine erinevus neutraalsest õigetpidi stiimulist	P
Vihane õigetpidi	-3,688*	0,000
Objekt1 pööratud	0,688	0,312
Objekt1 õigetpidi	1,063*	0,010
Neutraalne pööratud	-0,125	0,544
Vihane pööratud	-3,313*	0,000
Rõõmus õigetpidi	2,500*	0,000
Rõõmus pööratud	2,250*	0,000

Märkused. Statistiline oluline erinevus märgitud *, $p < .05$. Keskmise väärtuse erinevus < 0 pigem positiivsem, > 0 pigem negatiivsem.

Teises küsimuses, mis mõõtis skemaatiliste näokujutiste erutatuse astet, olid stiimulite erinevused samuti olulised, Greenhouse-Geisseri korrektuur ($F(2.724, 40.867) = 5.511$, $p < 0.005$). Kõige kõrgemad erutatuse skoorid said stiimulid vihane pööratud ($M = 6.75$, $SD = 1.48$) ning vihane õigetpidi ($M = 6.44$, $SD = 1.93$); kõige madalamad erutatuse skoorid neutraalne pööratud ($M = 4.19$, $SD = 1.47$) ja neutraalne õigetpidi ($M = 4.25$, $SD = 1.69$).

Küsimuses kolm, kus paluti hinnata stiimuli võimet tõmmata tähelepanu, olid vastuste keskmised erinevused statistiliselt olulised, Greenhouse-Geisseri korrektuur ($F(3.55, 53.19) = 3.97$, $p > 0.01$). Kõige tähelepanu tõmbavamaks stiimuliks hinnati objekt1 õigetpidi ($M = 7.19$, $SD = 1.80$) ja kõige vähem tähelepanu tõmbavamaks stiimuliks hinnati rõõmsat näokujutist tagurpidi ($M = 4.50$, $SD = 2.48$).

Tabel 4

Stiimulite erutuse hinnangute keskmine erinevus neutraalsest stiimulist

Stiimul	Keskmine erinevus neutraalsest õigetpidi stiimulist	P
Vihane õigetpidi	-2,188*	0,012
Objekt1 pööratud	-1,188*	0,015
Objekt1 õigetpidi	-1,313*	0,029
Neutraalne pööratud	0,063	0,774
Vihane pööratud	-2,500*	0,002
Rõõmus õigetpidi	-1	0,076
Rõõmus pööratud	-1,063*	0,021

Märkused. Stastiline oluline erinevus märgitud *, $p < .05$. Keskmise väärtuse erinevus > 0 rohkem erutatud, < 0 vähem erutatud.

Tabel 5

Stiimulite tähelepanu püüdmise hinnangute keskmine erinevus neutraalsest stiimulist

Stiimul	Keskmine erinevus neutraalsest õigetpidi stiimulist	P
Vihane õigetpidi	-1,563*	0,002
Objekt1 pööratud	-0,875	0,289
Objekt1 õigetpidi	-1,688*	0,041
Neutraalne pööratud	0,438	0,424
Vihane pööratud	0,125	0,867
Rõõmus õigetpidi	0,5	0,411
Rõõmus pööratud	1	0,248

Märkused. Statistiline oluline erinevus märgitud *, $p < .05$. Keskmise väärtuse erinevus < 0 tõmbas rohkem tähelepanu, > 0 tõmbas vähem tähelepanu.

Neljandas küsimuses, kus paluti tõlgendada stiimuleid verbaalset või kujundilist, ei olnud vastuste keskmised erinevused olulised ($F(3.75, 56.22)=2.18$, $p > .095$). Stiimuleid tõlgendati pigem kujundiliselt.

Subjektiivsete hinnangute tulemusi analüüsi ei kaasata, kuna tema eesmärk oli näidata stiimulite erinevust ja selle erinevuse suunda.

Sündmuspotentsiaalid (ERP)

Sündmuspotentsiaalide (ERP) ajalise erinevuse võrdlemiseks kasutati analüüsi meetodina sõltumatut T-testi. T-testi olulised erinevused latentsivahemikes on esitatud tabelis kuus ja seitse.

Sündmuspotentsiaalide erinevused *oddball* paradigmas.

T-testi analüüsid näitasid, et vihase deviantstiimuli ERP hakkas kuklapiirkonnas neutraalsest standardstiimuli ERP-st erineva oluliselt varem, algusega ligikaudu 110 ms, kui rõõmsa deviantstiimuli ERP neutraalsest standardstiimulist, algusega ligikaudu 160 ms.

Vasakpoolses kiirupiirkonnas oli rõõmsa deviandi statistiliselt oluline erinevus ajavahemikus 100-125 ms, hilisem oluline erinevus algas pärast 300 ms. Vihase deviandi ERP hakkas neutraalsest standardist erineva veidi pärast 160 ms ja oli oluline kõikides ajapiirkondades.

Parempoolses kiirupiirkonnas erines vihane deviant neutraalsest standardist oluliselt ajaaknas 100-130 ms. Rõõmus deviant hakkas neutraalsest standardist oluliselt erineva ligikaudu 160 ms ja erinevus oli oluline kuni 230 ms. Vihane deviant hakkas standardist uuesti oluliselt erineva ligikaudu 170 ms pärast stiimuli esitamist ja oli pidevalt oluline kuni 340 ms.

Sõltumatu t-testi tulemus näitas olulist erinevust sündmuspotentsiaalides, kui võrdluseks oli võetud sama kuri stiimul erinevates katseseeriates. Ühel juhul esines kuri stiimul katseseerias standardstiimulina, teisel juhul deviantstiimulina. Parempoolses kiirupiirkonnas erines kuri deviantstiimul standardstiimulist terves analüüsi alla võetud ajavahemikus 100-340 ms. Vasakpoolses kiirupiirkonnas algas statistiliselt oluline erinevus 140 ms ja oli oluline kogu ülejäänud uuritava aja vältel, kuni 340 ms. Kuklapiirkonnas algas statistiline oluline erinevus ligikaudu 225 ms pärast stiimulite esitamist. Erinevus oli oluline kogu ülejäänud uuritava ajal jooksul kuni 340 ms.

Tabel 6

T-testide olulised erinevused oddball tüüpi katses

T-testi paarid	Latentside vahemik (ms)											
	100-140			140-180			180-260			260-340		
	Kuklapr k.	Kiirupr k. 1	Kiirupr k. 2	Kuklapr k.	Kiirupr k. 1	Kiirupr k. 2	Kuklapr k.	Kiirupr k. 1	Kiirupr k. 2	Kuklapr k.	Kiirupr k. 1	Kiirupr k. 2
Neutraalne (S) Vihane (D)	*	-	*	**	-	-	-	**	**	**	**	*
Neutraalne (S) Rõõmus (D)	-	*	-	*	-	*	**	-	*	*	-	-
Vihane (S) Vihane (D)	-	-	**	-	*	**	-	**	**	**	**	**
Rõõmus (S) Rõõmus (D)	-	-	*	-	-	-	*	*	-	-	-	*

Märkused. T-testide olulised erinevused latentsivahemikes piirkondade kaupa ($t > 5$, $p < 0,01$). Oluline erinevus terves piirkonnas **, oluline erinevus >50% piirkonnas *, oluline erinevus <50% piirkonnas -. (S)-standardstiimul, (D)-deviantstiimul. Kiiruprk. 1-vasak kiirupiirkond, kiiruprk. 2-parem kiirupiirkond.

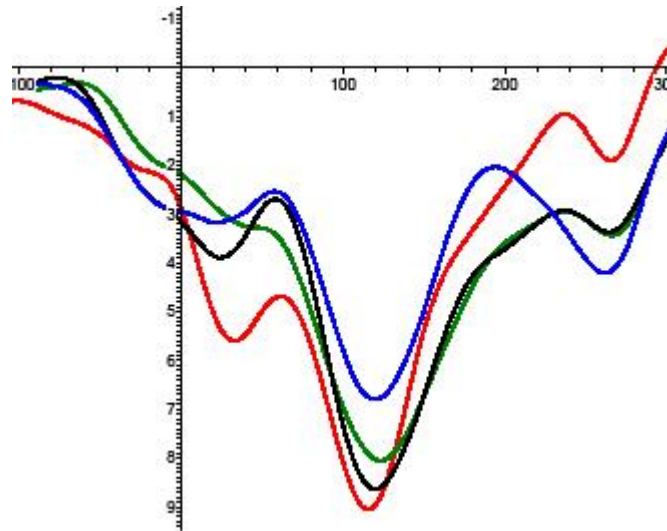
Tabel 7.

T-testi olulised erinevused *optimum* tüüpi katses

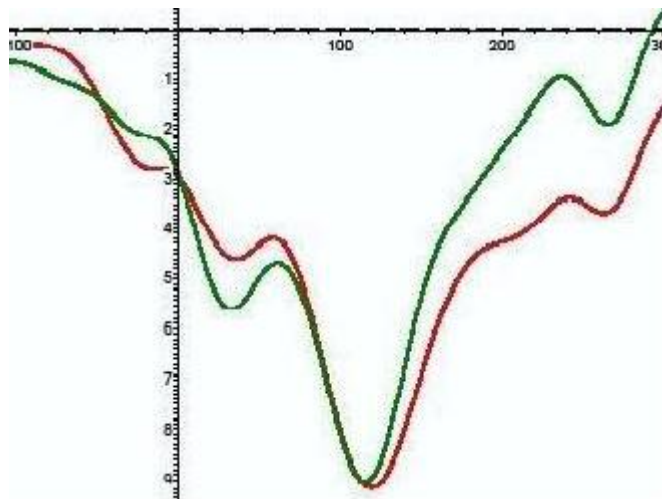
T-testi paarid	100-140 ms			140-180 ms			180-260 ms			260-340 ms		
	Kuklapr k.	Kiirupr k. 1	Kiirupr k. 2	Kuklapr k.	Kiirupr k. 1	Kiirupr k. 2	Kuklapr k.	Kiirupr k. 1	Kiirupr k. 2	Kuklapr k.	Kiirupr k. 1	Kiirupr k. 2
Neutraalne (S) vihane (D)	-	-	-	**	-	**	**	-	**	*	-	*
Neutraalne (S) Rõõmus (D)	-	*	-	*	-	*	**	-	*	*	-	-
Rõõmus (S) Rõõmus(D) (1)	-	-	*	**	**	*	*	*	*	*	*	*
vihane (S) Vihane (D) (2)	-	-	-	**	-	-	**	*	*	**	*	*

Märkused. T-testide olulised erinevused latentsivahemikes piirkondade kaupa ($t > 5$, $p > 0,01$). Oluline erinevus terves piirkonnas **, oluline erinevus $> 50\%$ piirkonnas *, oluline erinevus $< 50\%$ piirkonnas -. (S)-standardstiimul, (D)-deviantstiimul. (1)-esines deviandina neutraalse standardstiimuli seerias. (2)-esines deviandina neutraalse standardstiimuli seerias. Kiiruprk. 1-vasak kiirupiirkond, kiiruprk.2-parem kiirupiirkond.

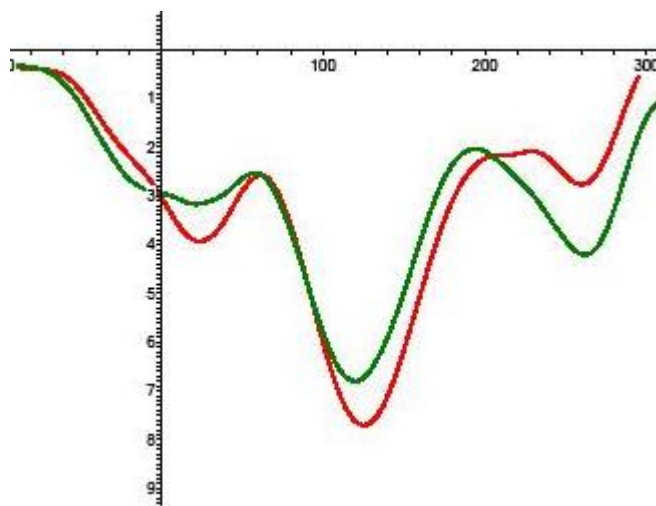
Sõltumatu t-test näitas, et rõõmsa deviantstiimuli sündmuspotentsiaal kuklapiirkonnas hakkas standardstiimulist statistiliselt oluliselt erinema 160 ms ning erinevus kestis ligikaudu kuni 320 ms. Vasakpoolses kiirupiirkonnas algas statistiliselt oluline erinevus veidi pärast 300 ms stiimuli esitamisest, mistõttu polnud erinevus statistiliselt oluline üheski valitud ajapiirkonnas. Parempoolses kiirupiirkonnas hakkas rõõmus deviantstiimul erinema standardstiimulist 160 ms ja erines kuni ligikaudu 230 ms. Järgmine statistiliselt oluline erinevus algas veidi enne 320 ms stiimulite esitamisest.



Joonis 3. Keskmistatud sündmuspotentsiaalid kuklapiirkonnas *oddball* paradigmas. Joonisel kaks erinevat katseseeriat. **Punane joon** – vihane deviantstiimulina, Must joon – neutraalne standardstiimulina; **Sinine joon** – rõõmus deviantstiimulina; **Roheline joon** – neutraalne standardstiimulina. X-telg aeg ms, 0 punkt -100. Y-telg μ V.



Joonis 4. Keskmistatud sündmuspotsiaalid kuklapiirkonnas *oddball* paradigmas. Joonisel vihane stiimul kahes erinevas katseseerias. **Punane joon** – vihane standardstiimulina, **Roheline joon** – vihane deviantstiimulina. X-telg aeg ms, 0 punkt -100. Y-telg μV .



Joonis 5. Keskmistatud sündmuspotsiaalid kuklapiirkonnas *oddball* paradigmas. Joonisel rõõmus stiimul kahes erinevas katseseerias. **Punane joon** – rõõmus standardstiimulina, **Roheline joon** – rõõmus deviantstiimulina. X-telg aeg ms, 0 punkt -100. Y-telg μV .

Sündmuspotentsiaalide erinevused *optimum* paradigmas.

Vihase ja rõõmsa deviantstiimuli erinevuse võrdlemiseks neutraalsest standardstiimulist on aluseks võetud üks ja seesama katseseeria. Katseseeria, kus neutraalne esines standardstiimulina ja rõõmus ning vihane olid samas seerias deviandid.

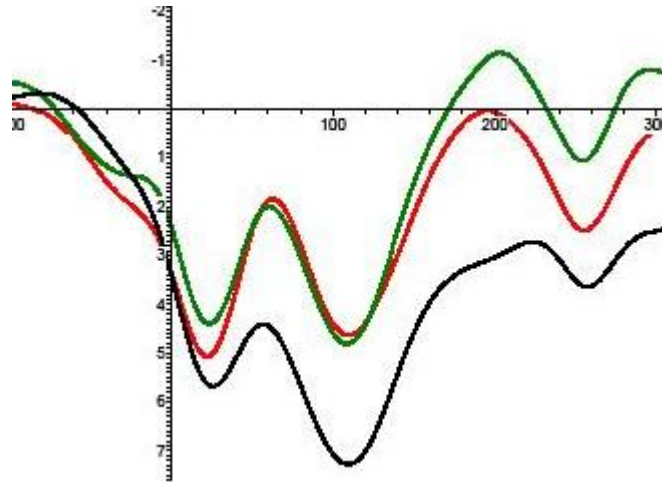
Rõõmus deviantstiimul erines neutraalsest standardist oluliselt vasakpoolses kiirupiirkonnas 100-125 ms ning järgmine oluline erinevus algas pärast 300 ms stiimulite esitamisest. Parempoolses kiirupiirkonnas algas statistiline oluline erinevus rõõmsa deviantstiimuli ja neutraalse standardstiimuli vahel 160 ms ja oli järjepidevalt oluline kuni 230 ms. Uuesti algas antud piirkonnas statistiliselt oluline erinevus deviandi ja standardi vahel veidi enne 320 ms stiimuli esitamisest. Kuklapiirkonnas algas statistiliselt oluline erinevus rõõmsa standardstiimuli ja devianstiimuli võrdluses 160 ms stiimuli esitamisest ja oli oluline kuni ligikaudu 320 ms.

Vasakpoolses kiirupiirkonnas ei erinenud kuri deviantstiimul neutraalsest standardstiimulist üheski ajavahemikus statistiliselt oluliselt. Parempoolses kiirupiirkonnas hakkas kuri deviant erinema neutraalsest standardist 140 ms ja erinevus oli oluline ligikaudu kuni 320 ms. Kuklapiirkonnas hakkas kuri deviantstiimul erinema neutraalsest standardstiimulist 140 ms ja oli statistiliselt oluline kuni 330 ms.

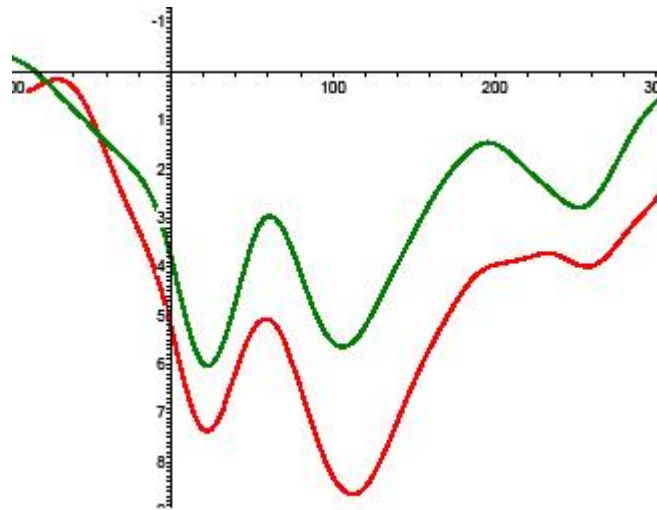
Kurja deviantstiimuli ja kurja standardstiimuli võrdlemise aluseks on võetud kaks katseseeriat. Ühes katseseerias esines kuri standardstiimulina ning teises seerias deviantstiimulina, kus neutraalne stiimul oli standardstiimuliks. Kuri standardstiimul ja kuri deviantstiimul erinesid kuklapiirkonnas teineteisest statistiliselt oluliselt alates 140 ms stiimulite esitamisest ja oluline erinevus oli kogu ülejäänud ajapiirkonnas kuni 340 ms. Vasakpoolses kiirupiirkonnas algas statistiliselt oluline erinevus ligikaudu 200 ms ja oli oluline kuni 300 ms. Parempoolses kiirupiirkonnas algab statistiliselt oluline erinevus 180ms ja kestab kuni ligikaudu 315 ms stiimuli esitamisest.

Rõõmsa deviantstiimuli ja kurja standardstiimuli võrdlemise aluseks on võetud kaks katseseeriat. Ühes katseseerias esines rõõmus näokujutis standardstiimulina ning teises seerias deviantstiimulina, kus neutraalne stiimul oli standardstiimuliks. Parempoolses kiirupiirkonnas erinesid rõõmus standardstiimul ja rõõmus deviantstiimul teineteisest alates 125 ms stiimulite esitamisest ja erinevus oli statistiliselt oluline kuni 320 ms. Vasakpoolses kiirupiirkonnas algas statistiliselt oluline erinevus kahe stiimuli vahel ligikaudu 120 ms ja oli oluline kuni 315 ms.

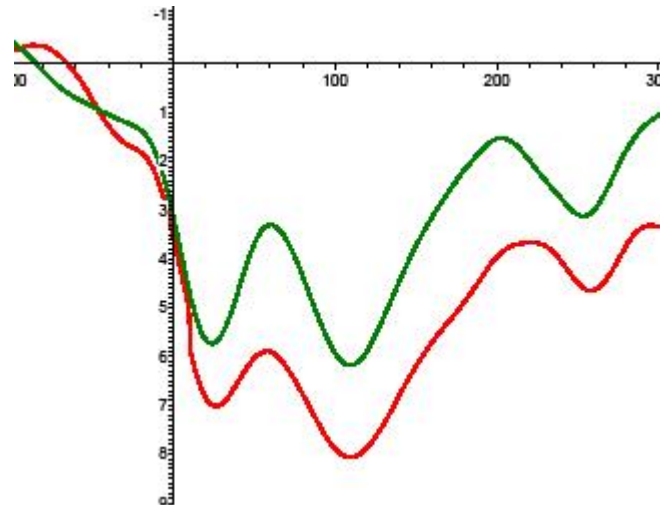
Kuklapiirkonnas algas statistiliselt oluline erinevus 125 ms stiimulite esitamisest ja oli oluline kogu vaadeldava ajapiirkonna jooksul kuni 340 ms.



Joonis 6. Keskmistatud sündmuspotsiaaalid kuklapiirkonnas *optimum* paradigmas. Joonisel üks katseseeriat. Punane joon – vihane deviantstiimulina, Must joon – neutraalne standardstiimulina, Roheline joon – rõõmus deviantstiimulina. X-telg aeg ms, 0 punkt -100. Y-telg μV .



Joonis 7. Keskmistatud sündmuspotsiaaalid kuklapiirkonnas *optimuml* paradigmas. Joonisel vihane stiimul kahes erinevas katseseerias. Punane joon – vihane standardstiimulina, Roheline joon – vihane deviantstiimulina neutraalse standardstiimuli korral. X-telg aeg ms, 0 punkt -100. Y-telg μV .



Joonis 8. Keskmistatud sündmuspotsiaalid kuklapiirkonnas *optimum* paradigmas. Joonisel rõõmus stiimul kahes erinevas katseseerias. Punane joon – rõõmus standardstiimulina, Roheline joon – rõõmus deviantstiimulina neutraalse standardstiimuli korral. X-telg aeg ms, 0 punkt -100. Y-telg μV .

ARUTELU

Emotsionaalsed skemaatilised näokujutised

Vihase ja rõõmsa skemaatilise näokujutise omavahelise võrdlemise aluseks oli mõlemal juhul sündmuspotsiaalide erinevus neutraalsest stiimulist. Vihane deviantstiimul hakkas neutraalsest standardstiimulist kuklapiirkonnas erinema varem, kui rõõmus deviantstiimul neutraalsest standardstiimulist ja seda nii *oddball* kui ka *optimum* tüüpi katses. Antud tulemus võib viidata vihase emotsiooni eelistõtlusele. Samas esines *oddball* tüüpi katses rõõmsa ja vihase deviantstiimuli võrdluses neutraalse standardstiimuliga statistiliselt oluline erinevus parempoolses ja vasakpoolses kiirupiirkonnas, varajases 100-140 ms ajavahemikus. Rõõmus deviantstiimul erines standardist vasakpoolses kiirupiirkonnas ajavahemikus 100-125 ms stiimuli esitamisest, samal ajal vihane deviantstiimul ei erinenud standardstiimulist. Parempoolses kiirupiirkonnas erines vihane deviant neutraalsest standardist oluliselt vahemikus 100-130 ms, kuid rõõmus deviantstiimul standardist ei erinenud. *Optimum* tüüpi katses oli samasugune sündmuspotsiaalide erinevus jälgitav rõõmsa deviantstiimuli puhul vasakus kiirupiirkonnas, samas kui vihane deviant hakkas paremas kiirupiirkonnas erinema standardist alles 140 ms

stiimuli esitamisest. Samas tuleb meele pidada, et käesolevas töös kasutati elektroodide *poolimist*, mis võib tulemusi kallutada. Lisaks ei pruugi nii varajane stiimulite erinevus olla üldsegi seotud emotsionaalse informatsiooni töötlemisega.

Võimalikud vMMN ajalised piirkonnad

Visuaalse vaatlemise teel keskmistatud sündmuspotsentsiaalidest olid jälgitavad kaks negatiivset komponenti. Ajavahemik 140-180 ms võib viidata juba varasemalt näidatud näospetsiifilisele komponendile N170 (Bentin et al.1996). Näiteks Susac et al. (2004) ei leidnud olulisi erinevusi N170 amplituudis rõõmsate standardstiimulite ja neutraalsete deviantide vahel. Käesoleva töö *optimum* paradigmas on deviantstiimulite ja neutraalse stiimuli vahel üpriski selgesti eristatav komponent, mis tipneb 160 ms ja võib olla seotud N170-ga. Zhao & Li (2006) raporteerisid erinevalt Susac et al. (2004) kukla- ja oimupiirkonna elektroodidel selget eristuvat N170 komponenti, mis oli suurem nii rõõmsate kui kurbade deviantstiimulite puhul võrreldes neutraalsete standarditega. Autorid tõlgendasid taolise N170 modulatsiooni tekkimist harvaesineva deviantstiimuli poolt ja ei seostanud seda emotsionaalse infotöötlusega (Astikaine & Hietanen, 2009). Käesoleva töö tulemuste põhjal võiks väita, et antud väide kehtib *optimum* tüüpi katse puhul. Joonisel 6. ja 7. on võrreldud samu stiimuleid standardi ja deviandina erinevates katseseeriates. Nende erinevus võiks pärit olla katses rakendatavast paradigmast, sest kui N170 peegeldaks pelgalt emotsionaalset infotöötlust, ei tohiks antud sündmuspotsentsiaalid erineda. Samas on N170 taoline komponent samade stiimulite puhul *oddball* tüüpi katses, joonised 3. ja 4., küllaltki sarnane. Võimalik, et *optimum* paradigmas on automaatse emotsionaalse info töötlemine suure hulga deviantstiimulite poolt raskendatud.

Teine ja hilisem negatiivne sündmuspotsentsiaali komponent tipnes ajavahemikus 280-340 ms. Sarnases ajavahemikus raporteerisid vMMN taolisest komponendist kurva ja rõõmsa deviantstiimuli võrdluses neutraalse standardstiimuliga ka Zhao & Li (2006). Nendel oli hilisem komponent jälgitav ajavahemikus 285-365 ms. Ka Astikainen & Hietanen (2009) raporteerisid hilisest negatiivsest komponendist ajavahemikus 280-320 ms rõõmsate ja hirmunud deviantstiimulite võrdluses neutraalsete standardstiimulitega, kasutades katses inimnägusid. Seega sarnanevad käesoleva töö uurimistulemused varasemate uuringutulemustega. Samas ei ole eelpool mainitud töödes kasutatud sama stiimuli võrdlemist standardstiimuli ja deviantstiimulina. *Oddball* paradigmas eristub vihase standardstiimuli ja deviantstiimuli võrdlemisel oluline

erinevus ajavahemikus 260-340 ms kõikides vaadeldud piirkondades. Sama võrdlus rõõmsa standardstiimuli ja deviantstiimuli vahel on osaliselt oluline ainult parempoolses kiirupiirkonnas. Ka *optimum* tüüpi katse korral, on ajavahemikus 260-340 ms statistiliselt oluline erinevus rõõmsa standardi ja deviandi võrdluses ainult osaline ühes piirkonnas, seekord kuklapiirkonnas. Vihase standardstiimuli ja deviantstiimuli võrdlemisel *optimum* paradigmas on oluline erinevus ajavahemikus 260-340 ms kuklapiirkonnas ja osaliselt oluline erinevus parempoolses ja vasakpoolses kiirupiirkonnas.

Edasised uuringud on vajalikud, et selgitada erinevusi *optimum* ja *oddball* tüüpi paradigmades ning emotsionaalsete näokujutiste sündmuspotentsiaalides.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Adolphs, R. (2002). Recognition emotion from facial expressions. *Psychological and Neurological Mechanisms*. 1, 21-62.
- Astikainen, P., & Hietanen, J. K. (2009). Event-related potentials to task-irrelevant changes in facial expressions. *Behavioral and Brain Functions*. 5:30.
- Bentin, S., Allison, T., Puce, A., & Perez, E. (1996). Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8(6), 551-565.
- Czigler, I. (2007). Visual mismatch negativity: violating of nonattended environmental regularities. *Journal of Psychophysiology* 21, 224–230.
- Chang, Y., Xu, J., Shi, N., Zhang, B., Zhao, L. (2010). Dysfunction of processing task-irrelevant emotional faces in major depressive disorder patients revealed by expression-related visual MMN. *Neuroscience Letters* 472, 33-37.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 17(2), 124-129.
- Ferguson, J.,. Melissa & Zayas,V. (2009). Automatic Evaluation. *Current directions in psychological science*. 18-6, 332-336.
- Itier, R. J., & Taylor, M. J. (2004). N170 or N1? Spatiotemporal differences between object and face processing using ERPs. *Cerebral Cortex*, 14, 132-142.
- Kujala, T., Tervaniemi, M., & Schröger, E. (2007). The mismatch negativity in cognitive and clinical neuroscience: theoretical and methodological considerations. *Biological Psychology*,74(1), 1-19.
- Näätänen, R., Gaillard, A.W.K., Mäntysalo, S. Early selective attention effect on evoked potential reinterpreted. *Acta Psychologica* 1978, 42:313-329.

Näätänen, R., Paavilainen, P., Rinne, T., and Alho, K. (2007). The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: a review. *Clinical Neurophysiology* 118, 2544–2590.

Näätänen, R., Pakarinen, S., Rinne, T., Takegata, R. (2004). The mismatch negativity (MMN): towards optimal paradigm. *Clinical Psychology* 115, 140-144.

Palermo, R., Rhodes, G. (2007). Are you always on my mind? A review of how face perception and attention interact. *Neuropsychology* 45, 75-92.

Pazo-Alvarez, P., Cadaveira, F., & Amenedo, E. (2003). MMN in the visual modality: a review. *Biological Psychology*, 63, 199-236.

Ohman, A., Lundqvist, D., Esteves, F. (2001) The Face in the Crowd Revisited: A Threat Advantage With Schematic Stimuli. *Journal of Personality and Social Psychology*. 80, 381-396.

Rossion, B., Jacques, C. (2008). Does physical interstimulus variance account for early electrophysiological face sensitive responses in the human brain? Ten lessons on the N170. *Neuroimage* 50, 1959-1979.

Susac, A., Ilmoniemi, R. J., Pihko, E., & Supek, S. (2004). Neurodynamic studies on emotional and inverted faces in an oddball paradigm. *Brain Topography*, 16(4), 265-268.

Zhao, L., & Li, J. (2006). Visual mismatch negativity elicited by facial expressions under non-attentional condition. *Neuroscience Letters*, 410, 126-131.

Willis, Megan, L., Palermo, R., Burke D., Atkinson, Carmen, M., McArthur, G. (2010). Switching associations between facial identity and emotional expression: A behavioural and ERP study. *Neuroimage* 50, 329-339.

Käesolevaga kinnitan, et olen korrektselt viidanud kõigile oma töös kasutatud teiste autorite poolt loodud kirjalikele töödele, lausetele, mõtetele, ideedele või andmetele. Olen nõus oma töö avaldamisega Tartu Ülikooli digitaalarhiivis DSpace.

Oliver Sibolt.